

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平1-187858

⑬ Int.Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成1年(1989)7月27日

H 01 L 27/14
G 01 J 1/44
G 02 B 1/10
H 01 L 27/14
31/08
31/10
H 04 N 5/33

B-8122-5F
P-7706-2G
A-8106-2H
D-8122-5F
H-6851-5F
C-7733-5F

8420-5C 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 ショットキ障壁型赤外線イメージセンサ

⑯ 特 願 昭63-11961

⑰ 出 願 昭63(1988)1月21日

⑱ 発 明 者 速 山 茂 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号

⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

ショットキ障壁型赤外線イメージセンサ

2. 特許請求の範囲

シリコン基板上に1次元あるいは2次元に配置されたショットキ障壁型赤外線センサアレイと、該ショットキ障壁型赤外線センサアレイにおいて光電変換によって発生した電荷を時系列信号として外部に読み出す電子走査回路とを具備したショットキ障壁型赤外線イメージセンサにおいて、前記ショットキ障壁型赤外線センサアレイの各センサが表面照射型で、かつ、シリコン基板/ショットキ電極/誘電体膜/金属メッシュフィルタの積層構造から成る光学的共鳴機構を有することを特徴とするショットキ障壁型赤外線イメージセンサ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、赤外の像の情報を時系列の電気信号に変換する赤外線イメージセンサに関し、特にショットキ障壁型赤外線イメージセンサに関する。

〔従来の技術〕

従来、ショットキ障壁型赤外線イメージセンサには表面照射型と裏面照射型とがある。両者を比較すると後者の方がショットキ電極における入射光の反射を少なくできるので、感度が高くなっている。さらに、裏面照射型の場合には高感度のため、通常、光学的共鳴機構が設けられている。この機構を有すると、ある特定の波長帯の赤外線に対してショットキ電極で吸収されずに透過したものを有効利用できる。光学的共鳴機構は第2図(a)に示すように、シリコン(9i)基板15/ショットキ電極16/誘電体膜8/金属反射膜17の多層構造から成立っている。

〔発明が解決しようとする問題点〕

前述の光学的共鳴機構は第2図(a)に示すように、金属反射膜17、ショットキ電極16間およびショットキ電極16の表面、裏面間における赤外線

特開平1-187858(2)

14の多重反射によって生じる干渉現象を利用するものである。この干渉現象によって光学的共鳴機構内に赤外線14の定在波が立ち、ショットキ電極16に入射する赤外線強度は、ショットキ電極16の位置に定在波の“腹”の部分に当たる波長で大きく、“節”の部分に当たる波長で小さくなる。従って、光学的共鳴機構を有するショットキ障壁型赤外線センサのショットキ電極における赤外線の吸収率は波長依存性を示す。

この様子は文献から引用した第2図(b)からも明らかである(W. F. Kosonocky, F. V. Shallcross, T. S. Villani and J. V. Groppe, "160×244 Element P₁Si Schottky - Barrier IR-CCD Image Sensor," IEE E Transactions on Electron Devices, vol. ED-32, no. 8, pp. 1564-1573, 1985.)。この図はシミュレーションにより求められたショットキ電極における赤外線吸収率の誘電体膜厚依存性を表しており、“WITH AL-MIRROR”が光学的共鳴機構を有する場合、

長の1/6.7程度の膜厚で吸収率がピークとなるということであり、波長4 μm のとき9500 Å程度の膜厚で吸収率がディップを示すということは、波長の1/4.2程度の膜厚で吸収率がディップとなるということである。換言すると、誘電体No.1の膜厚の約6.7倍の波長で吸収率がピークを示し、膜厚の約4.2倍の波長で吸収率がディップを示すということである。

例えば、波長4 μm 付近の赤外線の吸収率を高めるために、6000 Å程度の厚さの誘電体No.1を用いた光学的共鳴機構を設けると、波長2～3 μm の中間付近の赤外線の吸収率を低下させてしまう。

逆に、波長2 μm 付近の赤外線の吸収率を高めるために、3000 Å程度の厚さの誘電体No.1を用いた光学的共鳴機構を設けた場合でも、波長4 μm 付近の赤外線の吸収率はそれを設けない場合より向上している。しかし、今度は波長1～1.5 μm の中間付近の赤外線の吸収率を低下させてしまう。

“WITHOUT AL-MIRROR”が有していない場合である。入射赤外線の波長が4 μm 、白金モノシリサイド(P₁Si)から成るショットキ電極の厚さが、最適値と云われる20 Åの場合を抜けている。誘電体No.1はシリコンモノオキサイド(SiO₂)、誘電体No.2はシリコンダイオキサイド(SiO₂)である。誘電体の種類によって誘電体膜厚依存性が異なるのは屈折率の違いに起因している。誘電体の膜厚によっては光学的共鳴機構を設けたために、かえって赤外線吸収率を低下させてしまう場合があることがわかる。

通常、ショットキ障壁型赤外線センサにおけるショットキ電極の厚さは赤外線の波長に比べると、無視し得る程薄いので、ショットキ電極が単独の場合には赤外線に対する光学的特性に波長依存性はほとんど無い。従って、光学的共鳴機構を有する場合の赤外線吸収率の波長依存性は誘電体の膜厚にほぼ支配される。第2図(b)において、誘電体No.1の場合に、波長4 μm のとき6000 Å程度の膜厚で吸収率がピークを示すということは、波

以上述べたように、従来の裏面照射型のショットキ障壁型赤外線イメージセンサに用いられてきた光学的共鳴機構には、ごく限られた波長帯の感度を向上できる効果があるだけで、特に該波長帯より短波長側に、光学的共鳴機構を設けない場合より感度を低下させてしまう波長帯を有するという欠点がある。そのため、広い波長帯に感度が必要な場合には光学的共鳴機構を利用できないという問題があった。

〔問題点を解決するための手段〕

前述した従来のショットキ障壁型赤外線イメージセンサが持つ問題点を解決するために本発明が提供するショットキ障壁型赤外線イメージセンサは、ショットキ障壁型赤外線センサアレイの各センサが裏面照射型で、かつ、Si基板/ショットキ電極/誘電体膜/金属メッシュフィルタの積層構造から成る光学的共鳴機構を有している。

〔作用〕

金属メッシュフィルタの一例として、文献から引用したものを第3図に示す(K. Sakai, T. Fu-

kui, Y. Tsunawaki and H. Yoshinaga, "Metallic Mesh Bandpass Filters and Fabry-Perot Interferometer for the Far Infrared," Jap. J. Appl. Phys. vol. 8, no. 8, pp. 1046-1055, 1969). 材質はニッケルである。第3図の(a)は構造、(b)は反射率特性、(c)は透過率特性である。第3図(a)からわかるように、この金属メッシュフィルタは一枚の金属シートからくりぬいたような構造をしている。反射率特性および透過率特性は格子定数 g 20で縦幅 a 19を規格化した a/g をパラメータとし、格子定数 g 20で波長 λ を規格化した λ/g を横軸としている。第3図(b)によると、金属メッシュフィルタの反射率は、 $a/g = 0.25$ の場合に $\lambda/g = 3$ 付近から、 $a/g = 0.3$ の場合に $\lambda/g = 2$ 付近から、 $a/g = 0.4$ の場合に $\lambda/g = 1.8$ 付近から、それぞれ短波長側で低下し、どの場合にも $\lambda/g = 1 \sim 1.2$ 程度で極めて低くなっている。第3図(c)によると、 $\lambda/g = 1 \sim 1.2$ 程度で反射率が低いのは、透過率が100%近いレベルにまで増

いた波長帯において透過率あるいは回折の割合が高くなくなるように金属メッシュフィルタを設計しておくことによって、前者の波長帯において高感度化でき、しかも後者の波長帯においても光学的共鳴機構を有していない場合と同程度の感度を確保できる。

〔実施例〕

次に本発明の一実施例について図面を参照して説明する。

第1図は、本発明の一実施例のショットキ障壁型赤外線イメージセンサにおける単位画素の縦断面構造である。本実施例の電子走査回路はCCDから成り立っている。電子走査回路としては、他に、MOSスイッチの組合わせから成るものもあり、それを用いて本発明のショットキ障壁型赤外線イメージセンサを構成することも可能である。また、ここで述べる単位画素は一次元、二次元イメージセンサに共通である。

本実施例の構造について述べる。本実施例はp型Si基板1上に構成されている。p型Si基板

加するためである。 $\lambda/g < 1$ の短波長に対しては回折される成分が多くなるため、反射率は多少上がるものの数10%ほどとなり、透過率も数10%程度に低下する。

以上のような光学的特性を金属メッシュフィルタが有しているので、本発明のショットキ障壁型赤外線イメージセンサが有する光学的共鳴機構は、金属メッシュフィルタの構造パラメータ a/g が、 $a/g = 0.25$ の場合に $\lambda/g = 3$ 付近から、 $a/g = 0.3$ の場合に $\lambda/g = 2$ 付近から、 $a/g = 0.4$ の場合に $\lambda/g = 1.8$ 付近から、それぞれ長波長側で従来の場合における光学的共鳴機構と同様に作用し、 $\lambda/g = 1 \sim 1.2$ 程度の波長では光学的共鳴機構を有していない場合と同様に作用する。そして、その他の波長では干渉効果が中間的なものになる。従って、従来の構造の場合にショットキ電極の位置に定在波の“腹”の部分が当たっていた波長帯において反射率が高く、その波長より短波長側で、かつ、従来の構造の場合にショットキ電極の位置に定在波の“節”の部分が当たって

1表面上にP+Siから成るショットキ電極2が設けられている。該ショットキ電極2のエッジ部分には、電界集中を緩和し、ブレークダウン電圧の低下と暗電流の増加を防ぐ目的で、n型ガードリング3が形成されている。該ショットキ電極2のエッジ部分の一部に、該ショットキ電極2とオーミック接触するn型高濃度不純物添加層4が設けられており、これと対向させてn型層5が形成されている。ショットキ電極2の周囲のSi基板上は熱酸化膜(SiO_2)6で覆われている。該熱酸化膜6を挟んでn型高濃度不純物添加層4のエッジ部分からn型層5に至る部分と対向する位置にポリSi電極7が形成されており、該ポリSi電極7も熱酸化膜で覆われている。ここまで形成された素子の表面は化学的気相成長法(CVD法)による SiO_2 、 SiO 等から成る誘電体膜8で覆われている。その表面上のショットキ電極2と対向する位置に金属メッシュフィルタ9が設けられている。p型Si基板1の表面には反射防止膜10が施されている。

特開平1-187858(4)

単位画素は、反射防止膜10(部分)、p型Si基板1(部分)、ショットキ電極2、n型ガードリング3、n型高濃度不純物添加層4(部分)、誘電体膜8(部分)、金属メッシュフィルタ9から構成される受光部11と、p型Si基板1(部分)、n型高濃度不純物添加層4(部分)、n型層5(部分)、熱酸化膜6(部分)、ポリSi電極7(部分)から構成される表面チャネル型のトランスファゲート部12と、n型層5(部分)、熱酸化膜6(部分)、ポリSi電極7(部分)から構成されるバルクチャネル型のCCDレジスタ部13とから成立っている。基板の表面から入射した赤外線14はショットキ電極2内で光電変換される。これによって、発生した信号電荷はトランスファゲート12を介してCCDレジスタ部13に転送され、さらに他の画素のCCDレジスタ間を転送されて時系列信号として外部に読み出される。

ここで、本実施例における光学的共鳴機構について述べる。本実施例の光学的共鳴機構は、p型

Si基板1/ショットキ電極(PtSi)2/誘電体膜8/金属メッシュフィルタ9から構成されている。PtSiの膜厚が20Åの場合を例にする。このとき、誘電体膜8の厚さはSiO₂の場合に6000Å程度とし、SiO₂の場合に8000Å程度とする。これで、誘電体膜8の表面側からの反射率が高い場合に、PtSiにおける赤外線の吸収は波長4μm付近で大きく、波長2~3μmの間付近で小さくなるのは、前述の通りである。ここで、金属メッシュフィルタ9の線幅aを0.8μm、格子定数gを2μmにする。従って、パラメータa/gは0.4である。アルミニウムなどの金属膜では1μm以上の膜厚があれば、上述の波長帯の赤外線に対する反射率が充分高くなるので、金属メッシュフィルタ9の厚さも1μm以上あればよい。

さて、このように構成された光学的共鳴機構においては、波長4μmの赤外線に対して金属メッシュフィルタ9のa/gが2となり、第3図(b)の反射率特性によれば、充分高い反射率を示すので、

第2図(b)からわかるように、PtSiにおける吸収率は干渉効果によって、光学的共鳴機構が無い場合より向上する。また、誘電体膜8の表面側からの反射率が高い場合にPtSiにおける赤外線の吸収が小さくなる波長2~3μmの間付近の赤外線に対して金属メッシュフィルタ9のa/gは

1.2~1.3程度となり、第3図(b)の反射率特性によれば、低い反射率しか有していないので、PtSiにおける吸収率は光学的共鳴機構が無い場合程度確保される。

従って、本発明のショットキ障壁型赤外線イメージセンサは、ある特定波長帯において感度が向上されており、しかも該波長帯より短波長側に光学的共鳴機構を設けない場合より感度を低下させてしまう波長帯も無い。

〔発明の効果〕

以上、説明したように、本発明は、従来の表面照射型で光学的共鳴機構を有するショットキ障壁型赤外線イメージセンサと同様に、ある特定の波長帯で高感度化でき、しかも、従来のものに見ら

れた、該波長帯より短波長側に、光学的共鳴機構を有していない場合より低感度化してしまう波長帯があるという欠点が取除かれている。

従って、本発明によれば、従来のものより広い波長帯に渡って、より微弱な赤外像を撮像できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の一実施例のショットキ障壁型赤外線イメージセンサにおける単位画素の縦断面構造図である。

第2図は、従来の表面照射型のショットキ障壁型赤外線イメージセンサに設けられていた光学的共鳴機構について説明するための図である。同図(a)は構造および内部での光の経路の概略を示す図である。同図(b)はシミュレーションにより求められた表面照射型のショットキ障壁型赤外線センサのショットキ電極における赤外線吸収率の誘電体膜厚依存性を表している。この図において、“WITH AL-MIRROR”が光学的共鳴機構を有

特開平1-187858(5)

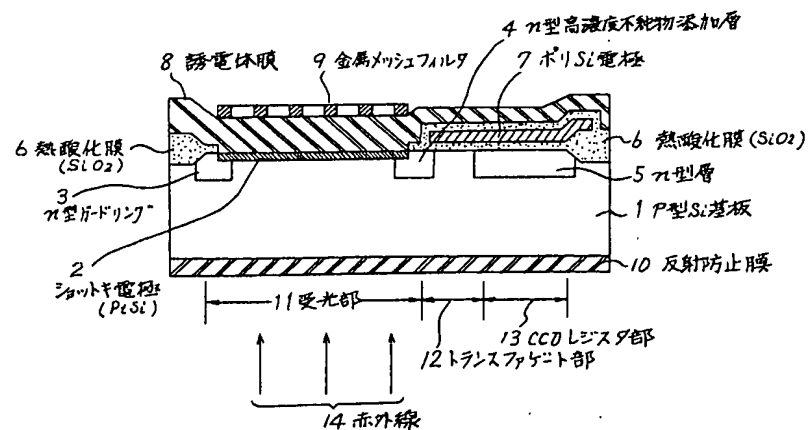
する場合、"WITHOUT AL-MIRROR"が有していない場合である。入射赤外線が4 μm 、白金モノシリサイド(PtSi)から成るショットキ電極の厚さが20 \AA の場合を扱っている。誘電体No.1はシリコンモノオキサイド(SiO)、誘電体No.2はシリコンダイオキサイド(SiO_2)である。

第3図は、金属メッシュフィルタについて説明するための図である。金属メッシュフィルタの一例を示したもので、同図(a)が構造、同図(b)が反射率特性、同図(c)が透過率特性である。

1……p型Si基板、2……ショットキ電極(PtSi)、3……n型ガードリング、4……n型高濃度不純物添加層、5……n型層、6……熱酸化膜(SiO_2)、7……ポリSi電極、8……誘電体膜、9……金属メッシュフィルタ、10……反射防止膜、11……受光部、12……トランスファゲート部、13……CCDレジスタ部、14……赤外線、15……Si基板、16……ショットキ電極、17……金属反射膜、19……金属メ

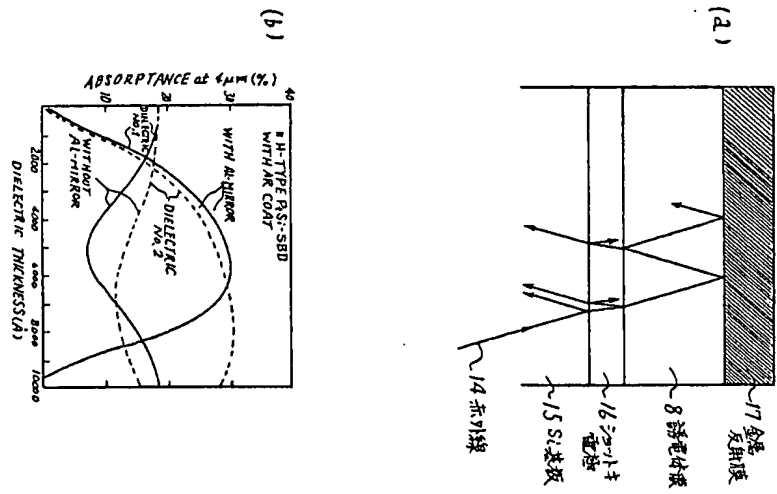
ッシュフィルタの縦幅、20……金属メッシュフィルタの格子定数。

代理人 弁理士 内 原 哲

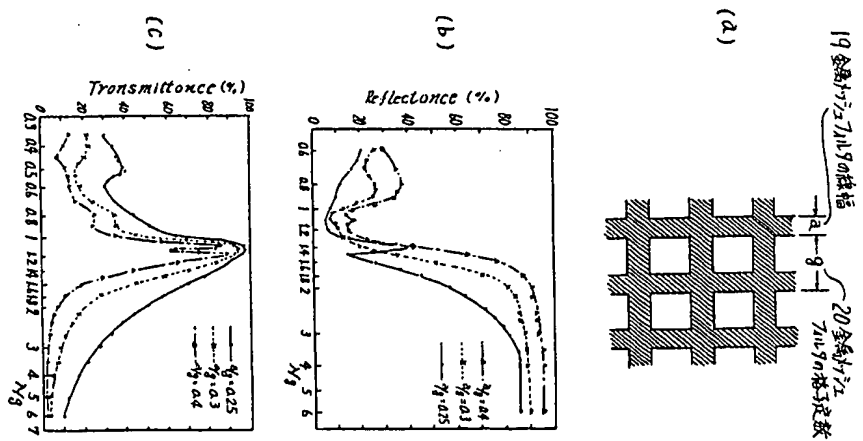


第 1 図

第 2 図



第 3 図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-187858

(43)Date of publication of application : 27.07.1989

(51)Int.Cl. H01L 27/14
G01J 1/44
G02B 1/10
H01L 31/08
H01L 31/10
H04N 5/33

(21)Application number : 63-011961 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.01.1988 (72)Inventor : TOYAMA SHIGERU

(54) SCHOTTKY BARRIER INFRARED RAY IMAGE SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To image a weaker infrared image over a wider wavelength band than that in a prior art by providing a rear radiation type in each sensor of a Schottky barrier infrared ray sensor array and providing an optical resonating mechanism having a laminated structure of a silicon substrate/Schottky electrode/dielectric film/metal mesh filter.

CONSTITUTION: An optical resonating mechanism is composed of a P-type Si substrate 1/a Schottky electrode (PtSi)2/a dielectric film 8/a metal mesh filter 9 λ/g of the filter 9 for an infrared ray having $4\mu m$ of wavelength becomes 2exhibiting sufficiently high reflectivity. Accordinglythe absorptivity of the PtSi is improved by interference effect as compared with the case having no optical resonating mechanism. The λ/g of the film 9 for the infrared ray near the intermediate of $2-3\mu m$ of wavelength which reduces the absorption of the infrared ray in the PtSi becomes approx. 1.2-1.3 when the reflectivity from the front side of the film 8 is highand it has only the low reflectivity. Accordinglythe absorptivity of the PtSi is obtained in the degree to correspond to that having no optical resonating mechanism.